

1

Bodenverdichtungsvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Bodenverdichtungsvorrichtung, insbesondere eine Vibrationsplatte.

5

Es sind lenkbare und nicht lenkbare Vibrationsplatten bekannt, die handgeführt oder ferngesteuert sein können. Üblicherweise weisen die Vibrationsplatten eine Obermasse auf, die u. a. einen Antrieb, z. B. einen Motor, umfasst, sowie eine mit der Obermasse gekoppelte und relativ zu der Obermasse schwingend bewegliche Untermasse. Die Untermasse besteht im Wesentlichen aus einer Bodenkontaktplatte, auf der ein Schwingungserreger befestigt ist. Der Schwingungserreger wird durch den Antrieb der Obermasse angetrieben und weist beispielsweise zwei parallel zueinander angeordnete Unwuchtwellen auf, die zueinander gegenläufig formschlüssig drehbar sind. Die Unwuchtwellen tragen jeweils eine oder mehrere Unwuchtmassen, so dass bei formschlüssiger Drehung eine resultierende Kraft erzeugt wird. Je nach Phasenlage der Unwuchtwellen bzw. -massen zueinander kann die Richtung der resultierenden Kraft senkrecht zu den Achsen der Unwuchtwellen entsprechend dem Wunsch des Bedieners eingestellt werden. Dadurch lassen sich die Vibrationsplatten zumindest in Vorwärtsrichtung (Haupttrichtung) und Rückwärtsrichtung verfahren.

Weiterhin sind Vibrationsplatten bekannt, mit denen eine Kurvenfahrt bzw. eine Drehung auf der Stelle möglich ist. Dazu ist auf einer der Unwuchtwellen des Schwingungserregers die Unwuchtmasse in zwei bezüglich ihrer Phasenlage getrennt voneinander bewegbare Masseelemente aufgeteilt bzw. die Unwuchtwellen in zwei Teilwellen zerlegt. Bei unterschiedlicher Orientierung der jeweils im Zusammenwirken mit der gegenüberstehenden, nicht geteilten Unwuchtwellen entstehenden resultierenden Kraft entsteht ein Giermoment um eine Hochachse der Vibrationsplatte, welches eine Drehbewegung bewirkt.

Durch die von dem Schwingungserreger erzeugten Schwingungen und die Wechselwirkung mit dem Boden wird für die Untermasse, insbesondere deren Bodenkontaktplatte, eine Art Taumelbewegung auf dem Boden hervorgerufen. Die Taumelbewegung bewirkt die eigentliche Bodenverdichtung.

35

1 Bei lenkbaren Vibrationsplatten, also Vibrationsplatten, die sich drehen
können oder eine Kurvenfahrt ermöglichen, muss der Schwingungserreger
drei Aufgaben gleichzeitig bzw. zeitlich nacheinander bewältigen: Zum einen
muss ein Vortrieb erzeugt werden, um die Vibrationsplatte mit ausreichen-
5 der Geschwindigkeit vorwärts und rückwärts zu bewegen. Weiterhin ist eine
Verdichtungsleistung zu erbringen, um den eigentlichen Zweck, nämlich die
Bodenverdichtung erfüllen zu können. Schließlich ist durch die unterschied-
liche Ansteuerung der Unwuchten rechts und links von einer Mittelebene
der Vibrationsplatte ein Drehmoment (Giermoment) um die Hochachse der
10 Vibrationsplatte zu erzeugen.

Die Erfüllung dieser drei Aufgaben erfordert im Regelfall einen Kompromiss,
so dass keine der Aufgaben optimal bewältigt werden kann. Bereits bei Vi-
brationsplatten, bei denen lediglich eine Richtungsumkehr möglich ist, ist
15 die Erzeugung des Vortriebs stets mit einer Einbuße bei der Verdichtungs-
leistung verbunden. Lediglich im Stillstand, wenn keine Vortriebskräfte
durch den Schwingungserreger erzeugt werden müssen, ist die Verdich-
tungsleistung optimal. Wenn gar noch die dritte Funktion, nämlich die Er-
zeugung einer Drehbewegung, durch den Schwingungserreger erfüllt werden
20 muss, kann die Verdichtungsleistung erheblich reduziert werden, was sich
nachteilig auf das Arbeitsergebnis und vor allem auf die zu erbringende Ver-
dichtungszeit auswirkt.

Im Bereich der Bodenverdichtung wird jedoch analog zum generellen Trend
25 in der Baumaschinenindustrie die Leistungsfähigkeit von Verdichtern immer
wichtiger, um die Verdichtungsarbeit in möglichst kurzer Zeit verrichten zu
können. Dementsprechend werden die geforderten Maschinen immer größer
und schwerer, so dass sie als handgeführtes Gerät immer schwieriger zu be-
dienen sind.

30 Es sind andere Bodenverdichtungsvorrichtungen bekannt, bei denen an ei-
nem Hydraulikträger, z. B. einem geländegängigen Zugfahrzeug, mehrere hy-
draulisch arbeitende Verdichtungsplatten befestigt sind. Die Vibrationsplat-
ten dienen dabei ausschließlich der Bodenverdichtung, während die Füh-
35 rung und Lenkung sowie der Vortrieb durch das Zugfahrzeug übernommen
werden. Mit einem derartigen System lassen sich insbesondere auch schräge
Flächen verdichten, während sich handgeführte oder ferngesteuerte Vibrati-

- 3 -

- 1 onsplatten nur unter großer Mühe über schräge Flächen führen lassen. Die
fahrzeuggestützten Verdichtungsvorrichtungen haben jedoch den Nachteil,
dass die Räder oftmals die Oberfläche des verdichteten Bodens beeinträchti-
gen. Weiterhin sind die Fahrzeuge nur bei großen Flächen wirtschaftlich ein-
5 setzbar. Ihre Wendigkeit ist stark begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bodenverdichtungsvorrich-
tung anzugeben, bei der beliebige Fortbewegungsrichtungen, insbesondere
auch beliebige Kurvenfahrten möglich sind, jedoch eine verbesserte Verdich-
10 tungsleistung erbracht werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Bodenverdichtungsvorrich-
tung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfin-
dung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

- 15 Eine erfindungsgemäße Bodenverdichtungsvorrichtung weist eine wenig-
stens einen Antrieb umfassende Obermasse und wenigstens zwei mit der
Obermasse gekoppelte und relativ zu der Obermasse schwingend bewegliche
Untermassen auf. Jede der Untermassen umfasst eine Bodenkontaktplatte
20 und wenigstens einen der Bodenkontaktplatte zugeordneten Schwingungser-
reger.

- Indem für eine Obermasse wenigstens zwei unabhängig voneinander mit der
Obermasse gekoppelte (Teil-)Untermassen vorgesehen werden, ist es mög-
25 lich, dass jede der Untermassen nur noch maximal zwei Funktionen gleich-
zeitig erfüllen muss. Während beim oben beschriebenen Stand der Technik
Vibrationsplatten nur dann lenkbar waren, wenn die Untermassen mit ihren
Schwingungserregern drei Funktionen (Vortrieb, Giermoment, Verdichtung)
erbringen mussten, was zu den beschriebenen Nachteilen, insbesondere hin-
sichtlich einer reduzierten Verdichtungsleistung führte, ist es erfindungsge-
30 mäß möglich, die Untermassen derart aufeinander abzustimmen, dass jede
der Untermassen nur zwei Funktionen, z. B. Vortrieb und Verdichtung, er-
füllen muss. Bereits durch unterschiedliches Einstellen des Vortriebs kann
z. B. ein Drehmoment um die Hochachse der Obermasse erzeugt und die ge-
35 samte Bodenverdichtungsvorrichtung gelenkt werden. Dementsprechend
kann z. B. eine der Untermassen ihre volle Verdichtungsleistung erbringen,
während nur die andere Untermasse eine bestimmte Vortriebskraft generie-
ren sollte.

1 Je nach Ausführungsform der Erfindung können auch mehr als zwei Unter-
massen mit einer gemeinsamen Obermasse gekoppelt werden. Dabei ist es
möglich, dass die Schwingungserreger unterschiedlich gerichtet sind, d. h.,
dass die Schwingungserreger in der Lage sind, resultierende Kraftvektoren
5 zu erzeugen, deren Horizontalkomponenten in unterschiedliche Richtungen
gerichtet sind. Damit kann bereits durch die Anordnung der Schwingungser-
reger die Voraussetzung geschaffen werden, ein Giermoment um die Hoch-
achse zu erzeugen und damit die gewünschte Lenkbarkeit der Bodenverdich-
tungsvorrichtung zu erreichen.

10

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist wenigstens durch
einen der Schwingungserreger eine resultierende Vortriebskraft in eine Vor-
triebsrichtung erzeugbar. Dadurch lässt sich die Bodenverdichtungsvorrich-
tung in einfacher Weise zuverlässig in Vortriebsrichtung (Haupttrichtung) be-
15 wegen. Die weiteren Schwingungserreger können dann durchaus derart an-
geordnet werden, dass ihre Vortriebskraft in einer anderen Richtung als der
Haupttrichtung liegt.

20

Als Schwingungserreger eignen sich besonders die bereits oben in Zusam-
menhang mit dem Stand der Technik beschriebenen sogenannten "Zwei-Well-
len"-Erreger, bei denen zwei zueinander gegenläufig drehbare Unwuchtwell-
len parallel zueinander angeordnet sind. Bei einer Abwandlung können je-
doch die Unwuchtwellen auch z. B. in einem Winkel zueinander stehen. Der
Winkel kann - ausgehend von der an sich bekannten parallelen Anordnung
25 der Unwuchtwellen - einem spitzen Winkel entsprechen. Jedoch kann der
Winkel auch größer gewählt werden, so dass z. B. eine rechtwinklige Anord-
nung oder eine stumpfwinklige Anordnung denkbar ist. Schließlich ist es
auch möglich, einen Winkel von 180 Grad zwischen den beiden Wellen ein-
zustellen, wobei ein derartiger Schwingungserreger dann in der Art eines an
30 sich bekannten Schleppschwingers funktioniert. Auch ein Schleppschwinger
mit nur einer Unwuchtwellen (Ein-Wellen-Erreger) kann als Schwingungserre-
ger Anwendung finden.

35

Sofern die Unwuchtwellen der Schwingungserreger nicht parallel zueinander
angeordnet sind, ist die obige Definition einer "gegenläufigen" Drehbarkeit
der Unwuchtwellen dahingehend zu verstehen, dass sich die betreffenden
Unwuchtwellen, wenn sie aus ihrer tatsächlichen Winkelstellung heraus in

1 eine gedankliche Parallelstellung zueinander verschwenkt werden, dann in
der fiktiven Parallelstellung gegenläufig zueinander drehen. Der jeweils ge-
eignete Schwingungserreger und die passende Anordnung der Unwuchtwel-
len kann vom Fachmann zweckentsprechend gewählt werden.

5 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist wenig-
stens einer der Schwingungserreger derart angeordnet, dass die Horizontal-
komponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig
drehenden Unwuchtwellen ergibt, nicht in oder entgegengesetzt zu der
10 Hauptrichtung liegt. Als Hauptrichtung ist die Fahrtrichtung der Bodenver-
dichtungsvorrichtung anzusehen, die üblicherweise bei gerader Vorwärts-
fahrt erreicht wird. Der nicht in Hauptrichtung gerichtete Schwingungserre-
ger ermöglicht es, seitliche Kräfte zu erzeugen, die sehr schnell eine Dre-
hung der Bodenverdichtungsvorrichtung um die Hochachse bewirken. Wenn
15 keine Drehung gewünscht ist, sollte die Phasenlage der Unwuchtwellen die-
ses Schwingungserregers derart eingestellt werden, dass der resultierende
Kraftvektor keine Horizontalkomponente aufweist, sondern lediglich eine
Vertikalkomponente. Dann trägt der Schwingungserreger nicht zur Lenkung
der Bodenverdichtungsvorrichtung bei und erzeugt ausschließlich Schwin-
20 gungen zur Bodenverdichtung, so dass eine besonders gute Verdichtungslei-
stung erzielt werden kann.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist keiner der Schwin-
gungserreger derart angeordnet, dass die Horizontalkomponente des resul-
25 tierenden Kraftvektors in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung liegt.
Somit liegen sämtliche Schwingungserreger in einem bestimmten Winkel zu
der Hauptrichtung. Durch entsprechende Abstimmung der Kraftwirkung der
Schwingungserreger kann dennoch sichergestellt werden, dass die gesamte
Bodenverdichtungsvorrichtung in der Hauptrichtung verfahren werden
30 kann.

Diese Ausführungsform der Erfindung kann besonders vorteilhaft auch zur
Verdichtung von schrägen bzw. geneigten Flächen verwendet werden, wo
durch die Schwerkraftwirkung eine Abdriftneigung der Bodenverdichtungs-
35 vorrichtung verstärkt wird. Durch entsprechend schräg gestellt Schwin-
gungserreger können kompensierende Kräfte erzeugt werden, die die Boden-
verdichtungsvorrichtung auf dem schrägen Untergrund halten.

- 6 -

1 Vorteilhafterweise weist die Obermasse eine zentrale Steuerung zum Ansteuern der Schwingungserreger auf. Die Schwingungserreger können bei einer einfachen Ausführungsform in ihrer Gesamtheit durch die zentrale Steuerung angesteuert werden.

5

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es jedoch möglich, die Schwingungserreger individuell durch die Steuerung anzusteuern. Eine entsprechende Steuerungslogik erleichtert dabei die Bedienung, so dass der Bediener z. B. lediglich seine Fahrtrichtungswünsche (z. B. über einen Joystick) eingeben kann und die Steuerlogik die verschiedenen Schwingungserreger derart ansteuert, dass die Bodenverdichtungsvorrichtung in die gewünschte Richtung fährt, wobei gleichzeitig eine größtmögliche Verdichtungswirkung erzielt wird.

15 Um eine größtmögliche Variabilität der Steuerungsmöglichkeiten zu erhalten, ist die Steuerung zum individuellen Einstellen unterschiedlicher Drehzahl der Unwuchtwellen bei den diversen Schwingungserregern ausgebildet. Damit ist es möglich, für jeden Schwingungserreger eine eigene Schwingungsfrequenz einzustellen. Weiterhin kann die Steuerung bei einer bevorzugten Ausführungsform die an den einzelnen Schwingungserregern vorgesehenen Phaseneinstelleinrichtungen zum individuellen Verstellen der relativen Phasenlage der jeweiligen Unwuchtwellen individuell ansteuern.

25 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist nur ein Teil der Untermassen einen Schwingungserreger mit Phaseneinstelleinrichtung auf, während wenigstens eine andere Untermasse nur einen Schwingungserreger ohne Phaseneinstelleinrichtung aufweist. Der letztere Schwingungserreger erzeugt dann Kräfte, die ausschließlich zur Bodenverdichtung, nicht jedoch zum Vortrieb oder zum Lenken der Bodenverdichtungsvorrichtung genutzt werden können. Weiterhin kann er wegen der fehlenden Phaseneinstelleinrichtung besonders einfach aufgebaut werden. In Kombination mit wenigstens einem anderen Schwingungserreger mit Phaseneinstelleinrichtung kann eine Bodenverdichtungsvorrichtung realisiert werden, die trotz guter Lenkbarkeit eine hervorragende Verdichtungsleistung
35 erbringt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Bo-

- 7 -

1 denkontaktplatten der diversen Unwuchtmassen derart zueinander versetzt
angeordnet, dass die von den Bodenkontaktplatten bei einer Bewegung der
Bodenverdichtungs Vorrichtung in wenigstens einer Hauptfahrtrichtung er-
zeugbaren Spuren wenigstens teilweise überlappen. Beim Verfahren der Bo-
5 denverdichtungs Vorrichtung in der betreffenden Hauptfahrtrichtung erzeu-
gen somit die Bodenkontaktplatten auf dem zu verdichtenden Untergrund
Spuren (Berührungsflächen), die sich teilweise überlappen. Dadurch ist si-
chergestellt, dass die Bodenverdichtungs Vorrichtung eine einheitliche (Ge-
samt-) Spur auf dem Untergrund zieht. Zwischen den von den einzelnen Bo-
10 denkontaktplatten verdichteten Bereichen verbleiben keine Bereiche, die
nicht von wenigstens einer Bodenkontaktplatte überfahren werden. Damit
erreicht die erfindungsgemäße Bodenverdichtungs Vorrichtung die gleiche
Wirkung wie eine Bodenverdichtungs Vorrichtung mit nur einer Untermasse,
an der eine sehr große Bodenkontaktplatte vorgesehen ist.

15

Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend
anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher
erläutert. Es zeigen:

20 **Fig. 1** eine schematische Perspektivansicht einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine Perspektivansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

25

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer dritten Ausführungsform der Erfindung;

30 **Fig. 4** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

35 **Fig. 6** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer sechsten Ausführungsform der Erfindung; und

- 1 **Fig. 7** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer
 siebten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine als erfindungsgemäße Bodenverdichtungs-
5 nene Vibrationsplatte, die eine Obermasse 1 und zwei Untermassen 2a und
 2b aufweist. Die Untermassen 2a, 2b sind jeweils mit der Obermasse 1 ge-
 koppelt und relativ zu dieser schwingend beweglich. Dazu sind zwischen der
 Obermasse 1 und den jeweiligen Untermassen 2a, 2b Federeinrichtungen 3
10 vorgesehen, die an sich bekannt sind, so dass sich eine weitere Beschrei-
 bung erübrigt. Die Untermassen 2a, 2b bilden Teiluntermassen einer die
 Obermasse 1 tragenden Gesamtuntermasse.

Die Untermassen 2a und 2b sind bezüglich einer Hauptrichtung A nebenein-
 ander angeordnet. Die Hauptrichtung A entspricht der Richtung, in die die
15 Vibrationsplatte im Normalbetrieb vorwärts fährt.

Zur Führung der Vibrationsplatte ist eine Deichsel 4 an der Obermasse 1
 angebracht. Die Deichsel 4 trägt Bedienhebel 5, die zur Steuerung der Vi-
 brationsplatte dienen. Anstelle der Deichsel 4 und der Bedienhebel 5 ist es
20 auch möglich, die Vibrationsplatte mit Hilfe einer nicht dargestellten Fern-
 steuerung anzusteuern.

Pro anzusteuender Untermasse 2a, 2b sollte wenigstens ein Bedienhebel 5
 vorgesehen sein, um eine individuelle Ansteuerbarkeit der Untermassen 2a
25 und 2b zu gewährleisten. Sofern noch mehr Untermassen bereitgestellt wer-
 den, ist die Anzahl der Bedienhebel 5 entsprechend zu erhöhen. Alternativ
 dazu kann der Bedienhebel 5 auch z. B. in der Art eines Joysticks einen
 Sollwert für eine Steuerung vorgeben, aufgrund dessen die einzelnen Unter-
 massen individuell angesteuert werden. Dann reicht bereits eine reduzierte
30 Anzahl von Bedienhebeln 5 oder gar nur ein Bedienhebel 5 aus, um die ge-
 samte Bodenverdichtungsanordnung anzusteuern.

Jede der Untermassen 2a, 2b weist eine Bodenkontaktplatte 6 und einen
 darauf angeordneten Schwingungserreger 7 auf. Jeder Schwingungserreger
35 7 besteht aus zwei parallel zueinander angeordneten Unwuchtwellen 8, die
 gegenläufig drehbar miteinander formschlüssig gekoppelt sind und durch ei-
 nen nicht dargestellten, an der Obermasse 1 angeordneten Antrieb z. B. hy-

- 9 -

1 draulisch drehend angetrieben werden. Auch der prinzipielle Aufbau der Schwingungserreger 7 ist seit langem bekannt, so dass eine eingehende Beschreibung nicht erforderlich ist.

5 Jede Unwuchtwellen 8 trägt eine nicht dargestellte Unwuchtmasse, so dass bei Drehung der Unwuchtwellen 8 eine entsprechende Zentrifugalkraft entsteht. Dadurch, dass die jeweils einem Schwingungserreger 7 zugeordneten beiden Unwuchtwellen 8 gegenläufig drehen, entsteht eine resultierende Kraft, deren Richtung durch die Phasenlage der Unwuchten bzw. der Unwuchtwellen 8 einstellbar ist. Dafür ist eine nicht dargestellte Phaseneinstelleinrichtung vorgesehen, mit der die Phase der beiden Unwuchtwellen 8 zueinander in der gewünschten Weise justiert werden kann.

15 Mit Hilfe der Bedienhebel 5 und einer nicht dargestellten Hydraulik- oder Elektro-Steuerung können die Phaseneinstelleinrichtungen der beiden Schwingungserreger 7 der Unwuchtmassen 2a, 2b individuell eingestellt werden. Dadurch ist es möglich, die von den Schwingungserregern 7 erzeugten resultierenden Kräfte zu variieren. Wenn z. B. die resultierenden Kräfte beide eine gleich große Horizontalkomponente in der Hauptrichtung A aufweisen, bewegt sich die Vibrationsplatte gleichmäßig nach vorne in Richtung A. Ebenso kann die Vibrationsplatte rückwärts, entgegen der Hauptrichtung A verfahren werden, wenn die Horizontalkomponenten der beiden Schwingungserreger 7 mit gleichem Betrag in die entgegengesetzte Richtung weisen. Wenn jedoch die Phasenlage der Unwuchtwellen 8 bei den beiden Schwingungserregern 7 unterschiedlich eingestellt ist, entstehen unterschiedlich gerichtete resultierende Kräfte, die dementsprechend unterschiedliche Horizontalkomponenten aufweisen. Dadurch entsteht um eine Hochachse Z der Vibrationsplatte ein Dreh- bzw. Giermoment, so dass eine Lenkung der Vibrationsplatte bewirkt wird.

30 Dadurch, dass die beiden Schwingungserreger 7 der Teiluntermassen 2a und 2b jeweils für sich keine Lenkfunktion aufweisen müssen, sondern lediglich eine Vortriebs- und eine Verdichtungswirkung erreichen müssen, können sowohl Vortrieb als auch Verdichtung mit hoher Energieleistung durchgeführt werden. Die sonst bei lenkbaren Vibrationsplatten eintretende Schwächung der Verdichtungsleistung wird somit vermieden.

35

- 10 -

- 1 Eine Fahrt entlang einer Linkskurve lässt sich z. B. dadurch erreichen, dass
z. B. der Schwingungserreger 7 der rechten Untermasse 2a eine stark nach
vorne gerichtete resultierende Kraft erzeugt, während der Schwingungserre-
ger 7 der linken Untermasse 2b eine resultierende Kraft erzeugt, die nicht
5 ganz so stark nach vorne bzw. sogar nach hinten gerichtet ist. Dementspre-
chend lässt sich sogar eine Drehung auf der Stelle erreichen.

- Fig. 2 zeigt eine Vibrationsplatte als zweite Ausführungsform der Erfindung.
Da die einzelnen Bauelemente im Wesentlichen der ersten Ausführungsform
10 entsprechen, werden die gleichen Bezugszeichen verwendet und es wird Be-
zug auf die in Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Funktionen genom-
men.

- Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform von Fig. 1 sind bei der zwei-
15 ten Ausführungsform die Untermassen 2a und 2b hintereinander angeord-
net.

- Der auf der Bodenkontaktplatte 6 der vorderen Untermasse 2a angeordnete
Schwingungserreger 7a trägt zwei Unwuchtwellen 8a, deren Achse senkrecht
20 zu der Hauptrichtung A angeordnet ist. Dementsprechend ist die durch den
Schwingungserreger 7a erzeugte resultierende Kraft in Richtung A bzw. ent-
gegen zur Richtung A einstellbar.

- Im Gegensatz dazu trägt die hintere Untermasse 2b einen Schwingungserre-
25 ger 7b, dessen Unwuchtwellen 8b Drehachsen aufweisen, die in Richtung
der Hauptrichtung A orientiert sind. Dementsprechend erzeugt der Schwin-
gungserreger 7b eine resultierende Kraft, die senkrecht, d. h. quer zu der
Hauptrichtung A, orientiert ist.

- 30 Im Betrieb der Vibrationsplatte erzeugt der vordere Schwingungserreger 7a
eine Vortriebswirkung in der Hauptrichtung A. Sofern die Vibrationsplatte
lediglich geradeaus verfahren werden soll, ist der hintere Schwingungserre-
ger 7b derart eingestellt, dass er eine Vertikalschwingung ohne horizontale
Kraftkomponente erzeugt. Wenn jedoch die Vibrationsplatte gelenkt werden
35 soll, wird die Phasenlage der Unwuchtwellen 8b im Schwingungserreger 7b
entsprechend verstellt, so dass eine resultierende Kraft mit entsprechend
gerichteter Horizontalkomponente entsteht. Dadurch wird ein Drehmoment
um die Hochachse Z bewirkt und die Vibrationsplatte entsprechend gelenkt.

1 Ausgehend von den beiden beschriebenen Beispielen lässt sich das erfindungsgemäße System beliebig erweitern. So ist es z. B. denkbar, dass Teiluntermassen konzipiert werden, die ausschließlich eine Verdichtungsfunktion übernehmen. Dabei kämen Schwingungserreger zum Einsatz, die keine
5 Phaseneinstelleinrichtung aufweisen und somit ausschließlich resultierende Kräfte in Vertikalrichtung, ohne Horizontalkomponente, erzeugen. Die Vortriebsfunktion müsste dann von einer oder auch von mehreren anderen Teiluntermassen übernommen werden.

10 Ebenso ist es vorstellbar, dass eine zweite Bewegungsrichtung senkrecht zur ersten Bewegungsrichtung (z. B. Hauptrichtung A) durch entsprechend angeordnete Teiluntermassen bewirkt wird. Dadurch ist anstelle oder zusätzlich zu einer beliebigen Kurvenfahrt auch eine Quer- oder Schrägfahrt bezüglich der Hauptrichtung A möglich. Eine Schrägfahrt hat insbesondere bei
15 der Verdichtung von seitlich geneigten Oberflächen Vorteile, da dem schwerkraftbedingten Abdriften der Vibrationsplatte entgegengewirkt werden kann. In Verbindung mit einer Fernsteuerung kann die Vibrationsplatte ohne große Korrekturingriffe und ohne Drehung der Obermasse schräg entlang der geneigten Oberfläche verfahren werden.

20 Bei der in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsform sind die beiden Schwingungserreger 7a und 7b in einem Winkel von 90° zueinander angeordnet. Denkbar sind auch Anordnungen, bei denen der Winkel zwischen den Schwingungserregern von 90° abweicht. Zum Beispiel können die von den
25 Schwingungserregern erzeugten resultierenden Kräfte jeweils in einem Winkel von 30 oder 60° zu der Hauptrichtung A, d. h. in V-Form, eingestellt werden. Bei der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1 beträgt der Winkel 0°.

30 Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit vier Teiluntermassen 2a, 2b, 2c und 2d, die jeweils eine dreieckige Bodenkontaktplatte und einen Schwingungserreger 7a, 7b, 7c, 7d tragen. Die Schwingungserreger 7a und 7c sind gleichgerichtet, während die Schwingungserreger 7b und 7d in einem Winkel von 90° dazu stehen. Da die gesamte, aus den Teiluntermassen 2a bis 2d bestehende Untermasse einen quadratischen Grundriss
35 aufweist, kann entsprechend auch die Obermasse 1 im Wesentlichen mit quadratischer Grundform gebildet werden. Die dadurch entstehende Vibrationsplatte kann je nach Ansteuerung der Schwingungserreger 7a bis 7d gleichermaßen bequem in beliebige Richtungen in der Ebene verfahren werden.

1 Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform der Erfindung, bei der um eine grö-
ßere Teiluntermasse 2a vier kleinere Teiluntermassen 2b bis 2e angeordnet
sind. Der zu der Teiluntermasse 2a gehörende Schwingungserreger 7a ist
ebenfalls stärker ausgebildet als die kleineren Schwingungserreger 7b bis
5 7e. Die kleinen Schwingungserreger 7b bis 7e führen z. B. lediglich geringe
Lenkkorrekturen aus, während ein erheblicher Teil der Verdichtungswirkung
von dem größeren Schwingungserreger 7a erbracht wird.

In Fig. 5 wird eine fünfte Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die drei
10 Teiluntermassen 2a, 2b und 2c aufweist. Die Schwingungserreger 7a und 7c
sind gleichgerichtet, während der mittlere Schwingungserreger 7b in einem
Winkel von 90° dazu steht.

Bei der sechsten Ausführungsform der Erfindung gemäß Fig. 6 sind die
15 Schwingungserreger 7a bis 7c im Verhältnis zu der fünften Ausführungs-
form jeweils um 90° gedreht, wobei die Schwingungserreger 7a und 7c in
Richtung der Hauptrichtung A wirken. Dementsprechend ist es für den in
der Mitte liegenden Schwingungserreger 7b nicht erforderlich, eine resultie-
rende Kraft mit Horizontalkomponente zu erzeugen. Der Schwingungserreger
20 7b kann bei dieser Variante somit ausschließlich zur Verdichtung dienen.
Eine Phaseneinstelleinrichtung ist dann bei diesem Schwingungserreger 7b
nicht erforderlich.

In Fig. 7 wird eine siebte Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der die
25 drei Teiluntermassen 2a bis 2c jeweils Bodenkontaktplatten 6a bis 6c auf-
weisen, die einen 120°-Kreisausschnitt bilden. Die gesamte Untermasse ist
somit kreisförmig. Die Schwingungserreger 7a bis 7c sind in einem Winkel
von 120° zueinander angeordnet, so dass beliebige Vortriebsrichtungen er-
zeugt werden können. Die entsprechend gestaltete Vibrationsplatte lässt
30 sich in jede Richtung auf dem zu verdichtenden Boden verfahren.

Bei der Anordnung der Bodenkontaktplatten ist darauf zu achten, dass die
Bodenkontaktplatten "ineinandergreifen", so dass eine Überlappung wenig-
stens in die Hauptfahrtrichtungen gewährleistet ist. Die Überlappung be-
35 wirkt, dass sich die von den Bodenkontaktplatten überfahrenen Berüh-
rungsflächen mit dem zu verdichtenden Boden ebenfalls teilweise überlap-
pen, so dass keine Flächenbereiche zwischen den Bodenkontaktplatten übrig

- 13 -

- 1 bleiben, die nicht verdichtet werden. Damit wirkt die Bodenverdichtungsvorrichtung wie eine Einheit, die mit einer einzigen großen Bodenkontaktplatte arbeitet.
- 5 Die Steuerung erfolgt über die Bedienhebel 5 oder auch andere Bedienelemente, mit denen die Schwingungserreger in der gewünschten Weise angesteuert werden. Die Signalübertragung kann dabei z. B. über eine hydrostatische Hydrauliksteuerung, mechanisch, elektrisch oder über Kombinationen daraus erfolgen. Die Unwuchtwellen 8 der Schwingungserreger 7 können
- 10 z. B. hydraulisch, elektrisch oder mechanisch angetrieben werden.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35

1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Bodenverdichtungsvorrichtung, mit
 - einer wenigstens einen Antrieb aufweisenden Obermasse (1); und mit
 - 5 - wenigstens zwei mit der Obermasse (1) gekoppelten und relativ zu der Obermasse (1) schwingend beweglichen Untermassen (2);wobei jede Untermasse aufweist:
 - eine Bodenkontaktplatte (6); und
 - wenigstens einen der Bodenkontaktplatte (6) zugeordneten Schwin-
 - 10 gungserreger (7).
2. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungserreger (7) zwei oder mehrere jeweils eine oder mehrere Unwuchtmassen tragende Unwuchtwellen (8) aufweisen, die
- 15 parallel oder in einem Winkel zueinander angeordnet und zueinander gegenläufig drehbar sind.
3. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) eine Phaseneinstelleinrichtung aufweist, zum Verstellen der relativen Phasenlage der Unwuchtwellen (8) zueinander.
- 20 4. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungserreger (7) durch den an der Obermasse (1) vorgesehenen Antrieb antreibbar sind.
- 25 5. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf jeder Bodenkontaktplatte (6) genau ein Schwingungserreger (7) angeordnet ist.
- 30 6. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens durch einen der Schwingungserreger (7) eine resultierende Vortriebskraft in eine Vortriebsrichtung erzeugbar ist.
- 35 7. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7)

- 1 derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung (A) liegt.
- 5 8. Bodenverdichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, nicht in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung (A) liegt.
- 10 9. Bodenverdichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder nach Anspruch 8 in Verbindung mit einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass keiner der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung (A) liegen.
- 15 10. Bodenverdichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, in einem bestimmten Winkel zu einer Hauptrichtung (A) liegt.
- 20 11. Bodenverdichtungsanordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Winkel 60° oder 90° beträgt.
- 25 12. Bodenverdichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Obermasse (1) eine zentrale Steuerung aufweist, zum Ansteuern der Schwingungserreger (7).
- 30 13. Bodenverdichtungsanordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungserreger (7) individuell durch die Steuerung ansteuerbar sind.
- 35 14. Bodenverdichtungsanordnung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung zum Einstellen unterschiedlicher Drehzahlen der Unwuchtwellen (8) bei unterschiedlichen Schwingungserregern (7) ausgebildet ist.

- 16 -

1 15. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung zum individuellen Ansteuern
der an den einzelnen Schwingungserregern (7) vorgesehenen Phaseneinstel-
leinrichtungen ausgebildet ist.

5 16. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Untermassen (2) jeweils einen
Schwingungserreger (7) mit Phaseneinstelleinrichtung aufweist, während
wenigstens eine andere Untermasse (2) nur einen Schwingungserreger (7)
10 ohne Phaseneinstelleinrichtung aufweist.

17. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bodenverdichtungsvorrichtung von
Hand führbar ist und/oder eine Fernsteuerungseinrichtung aufweist.

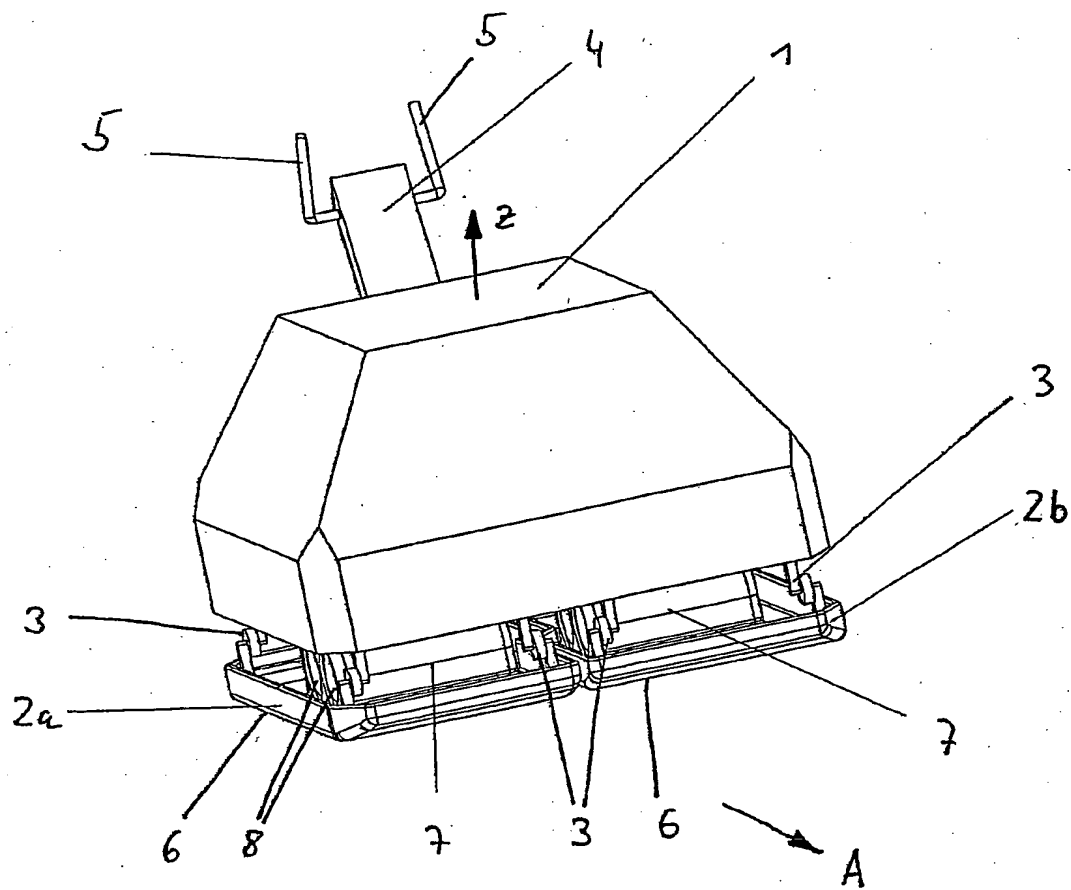
15 18. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bodenkontaktplatten (6) der Unwucht-
massen (22) derart zueinander versetzt angeordnet sind, dass die von den
Bodenkontaktplatten (6) bei einer Bewegung der Bodenverdichtungsvorrich-
20 tung in wenigstens einer Hauptfahrtrichtung auf dem zu verdichtenden Bo-
den erzeugbaren Spuren wenigstens teilweise überlappen.

25

30

35

1/5



3/5

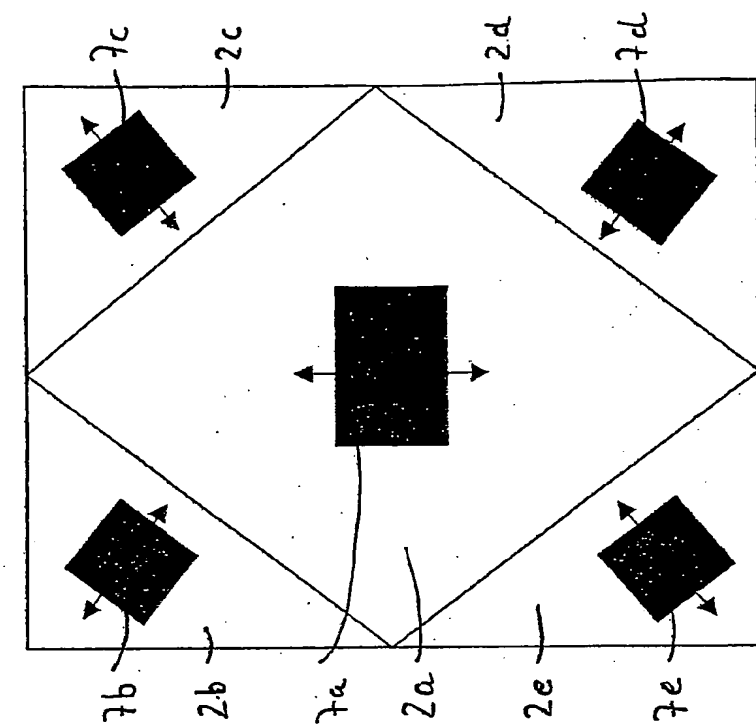


Fig. 3

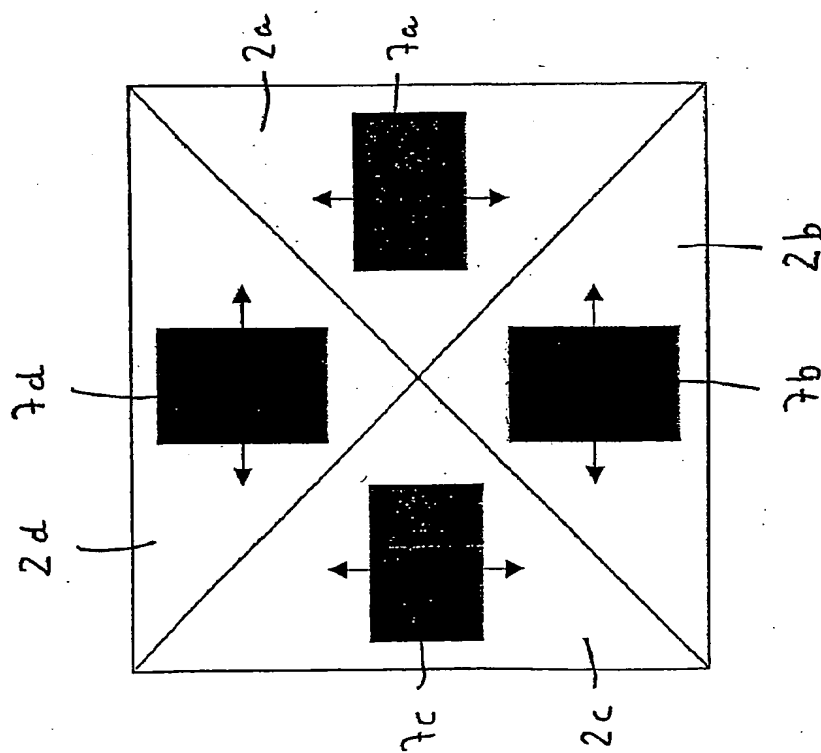


Fig. 4

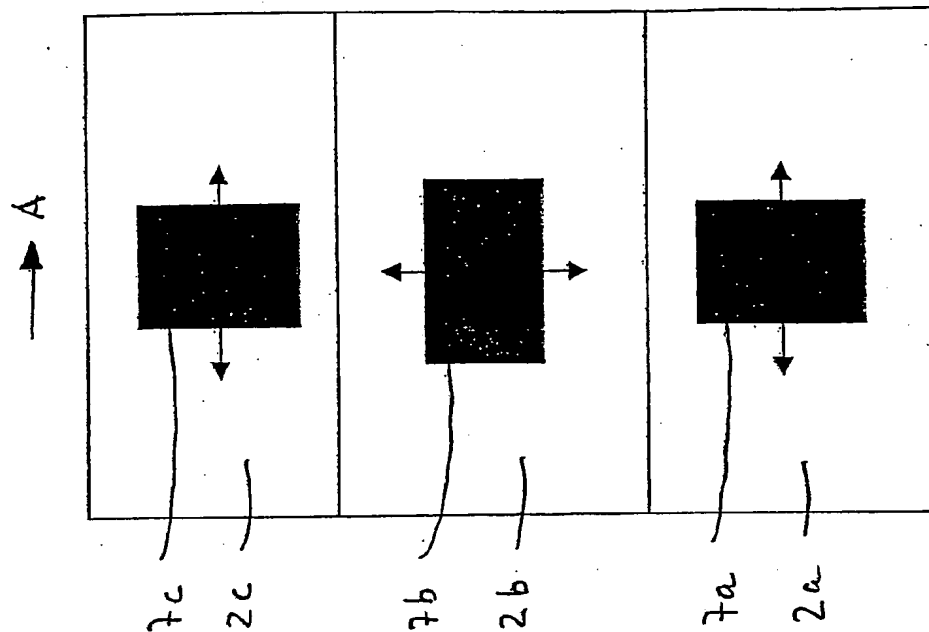


Fig. 6

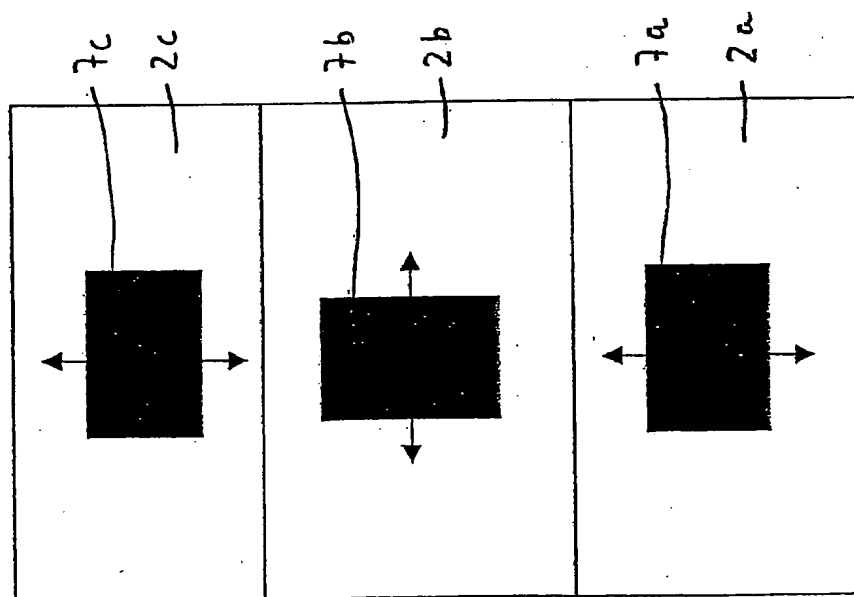


Fig. 5

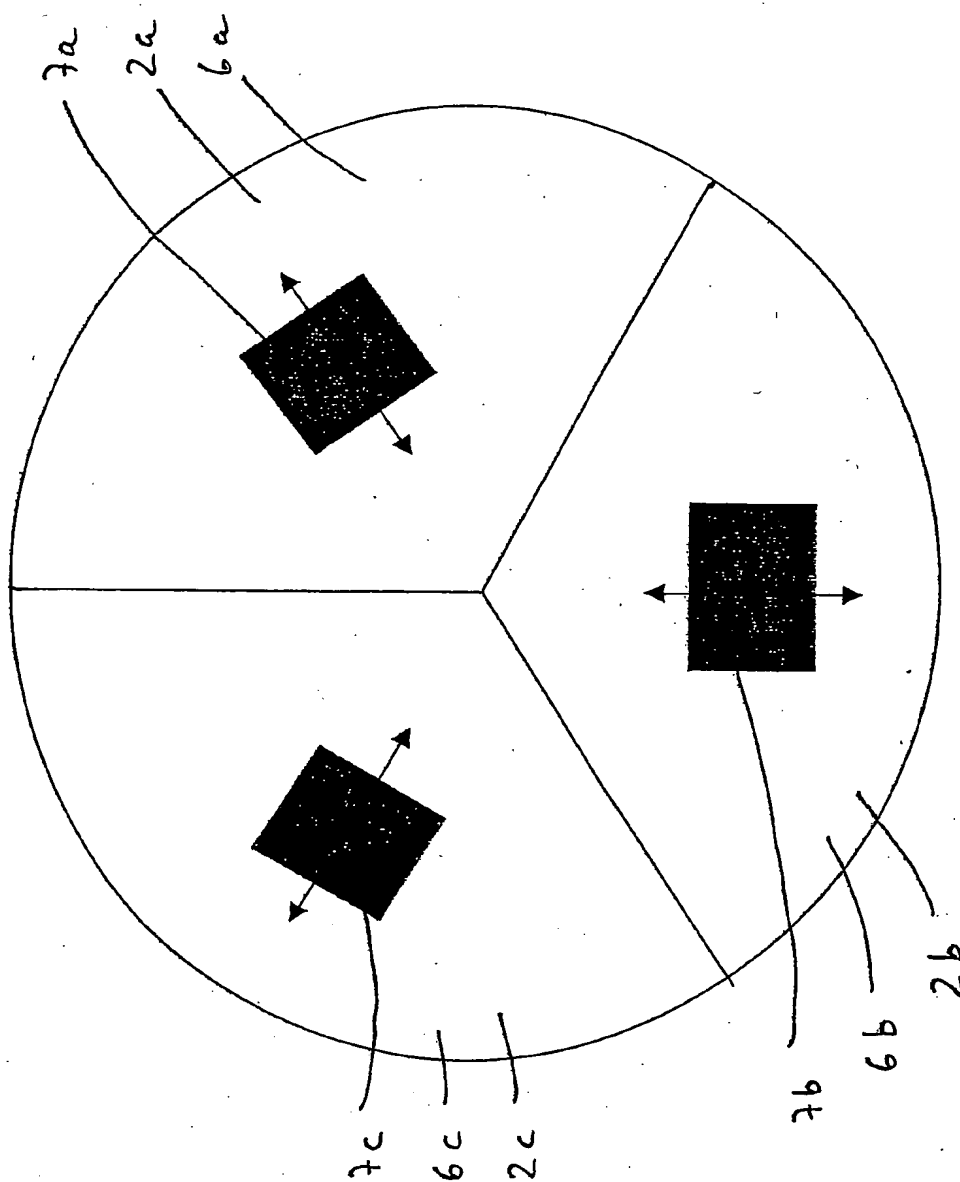


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/003166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E01C19/38 E02D3/074

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E01C E02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 805 643 A (LOSENHAUSENWERK DUSSELDORFER MASCHINENBAU A.-G) 10 December 1958 (1958-12-10) the whole document	1-18
X	DE 864 263 C (GEBRUEDER WACKER) 22 January 1953 (1953-01-22) the whole document	1-18
A	WO 02/35005 A (WACKER-WERKE GMBH & CO. KG; SICK, GEORG) 2 May 2002 (2002-05-02) the whole document	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 June 2005

Date of mailing of the international search report

30/06/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HW Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Movadat, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/003166

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 805643	A	10-12-1958	NONE	
DE 864263	C	22-01-1953	NONE	
WO 0235005	A	02-05-2002	DE 10053446 A1	06-06-2002
			WO 0235005 A1	02-05-2002
			EP 1328685 A1	23-07-2003
			JP 2004518041 T	17-06-2004
			US 2004022582 A1	05-02-2004

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen
PCT/EP2005/003166

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 E01C19/38 E02D3/074		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 E01C E02D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 805 643 A (LOSENHAUSENWERK DUSSELDORFER MASCHINENBAU A.-G) 10. Dezember 1958 (1958-12-10) das ganze Dokument	1-18
X	DE 864 263 C (GEBRUEDER WACKER) 22. Januar 1953 (1953-01-22) das ganze Dokument	1-18
A	WO 02/35005 A (WACKER-WERKE GMBH & CO. KG; SICK, GEORG) 2. Mai 2002 (2002-05-02) das ganze Dokument	1-18
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist. *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 23. Juni 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 30/06/2005
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Movadat, R

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/003166

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 805643	A	10-12-1958	KEINE
DE 864263	C	22-01-1953	KEINE
WO 0235005	A	02-05-2002	DE 10053446 A1 06-06-2002
			WO 0235005 A1 02-05-2002
			EP 1328685 A1 23-07-2003
			JP 2004518041 T 17-06-2004
			US 2004022582 A1 05-02-2004